

OPTIMASI WAKTU BONGKAR MUAT PETI KEMAS PADA ALAT QUAY CRANE DI PT. IPC TPK DENGAN MENGGUNAKAN METODE LINEAR PROGRAMMING

AN OPTIMIZATION OF LOADING UNLOADING TIME ON QUAY CRANE TOOLS IN PT. IPC TPK USING THE LINEAR PROGRAMMING METHOD

Mauritz Edo Soumutul¹, Dr. Ir. Luciana Andrawina, M.T.², Dr. Femi Yulianti, S.Si. M.T.³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, ^{1,2,3} Fakultas Rekayasa Industri, ^{1,2,3} Universitas Telkom

¹mauritzedos@gmail.com ²luciana@telkomuniversity.ac.id ³femiyulianti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Terminal Operasional 3 Internasional PT. *Indonesia Port Company* Terminal Peti Kemas atau PT. IPC TPK merupakan terminal pelabuhan yang melayani kegiatan bongkar muat peti kemas. PT. IPC TPK menghadapi masalah tingginya waktu layanan bongkar muat peti kemas. Masalah di perusahaan tersebut mengindikasikan operasi bongkar dan muat peti kemas yang kurang optimal.

Pada penelitian ini terdiri dari dua tahap, tahap pertama adalah penentuan jumlah alat *quay crane* untuk kegiatan bongkar muat peti kemas. Pada tahap kedua, melakukan perhitungan waktu layanan bongkar muat peti kemas dengan menggunakan metode *linear programming* untuk meminimalkan waktu layanan bongkar muat. Model yang dibangun dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2016.

Hasil dari perhitungan waktu layanan bongkar muat peti kemas menggunakan *linear programming* menghasilkan waktu layanan bongkar muat peti kemas sebesar 36 jam, dimana mengalami penurunan sebesar 36,14 jam atau sekitar 50% dari waktu layanan sebelum diusulkan.

Kata Kunci: Terminal Peti Kemas, Bongkar Muat Peti Kemas, *Linear Programming*.

Abstract

International Operational Terminal 3 PT. Indonesia Port Company Terminal Peti Kemas or PT. IPC TPK is a port terminal that serves container loading and unloading activities. PT. IPC TPK faces the problem of high time container loading and unloading services. Problems at the company indicate container loading and unloading operations that are less than optimal.

In this study consisted of two stages, the first stage was the determination of the number of quay crane tools for container loading and unloading activities. In the second stage, calculating container loading and unloading service time using linear programming methods to minimize loading and unloading service time. Models built using the Microsoft Excel 2016 application.

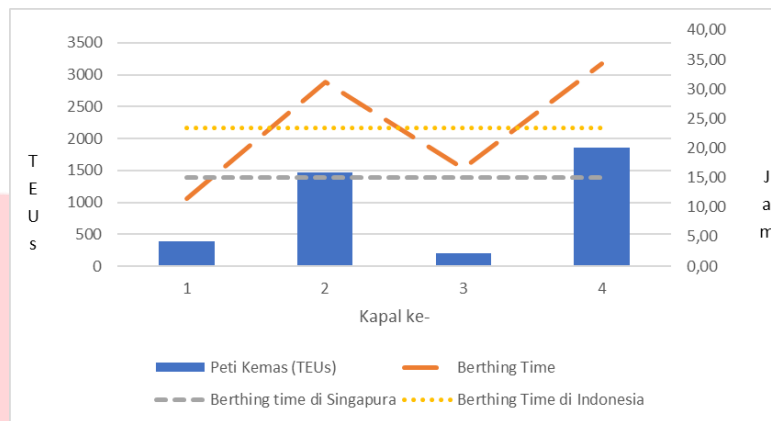
The results of the calculation of container unloading service time using linear programming resulted in container loading and unloading service time of 36 hours, which decreased by 36.14 hours or about 50% of the service time before it was proposed.

Keywords: Container Terminal, Loading and Unloading Container, *Linear Programming*.

1. Pendahuluan

PT. *Indonesia Port Company* Terminal Peti Kemas atau PT. IPC TPK yang berlokasi di Tanjung Priok, Jakarta Utara merupakan salah satu perusahaan yang mengelola terminal peti kemas terbesar di Indonesia. Dalam persaingan antar terminal peti kemas, mendorong adanya peningkatan pelayanan yang memerlukan efisiensi dari operasi pelabuhan. Berdasarkan [1], salah satu yang menjadi tolak ukur pelayanan dalam pelabuhan adalah waktu yang dibutuhkan kapal ketika bertambat di dermaga (*berthing time*), dimana waktu yang terpakai lebih banyak dipergunakan untuk layanan kegiatan bongkar muat peti kemas (*service time*).

Dalam persaingan antar terminal peti kemas, mendorong adanya peningkatan pelayanan yang memerlukan efisiensi dari operasi pelabuhan. Berdasarkan [1], salah satu yang menjadi tolak ukur pelayanan dalam pelabuhan adalah waktu yang dibutuhkan kapal ketika bertambat di dermaga (*berthing time*), dimana waktu yang terpakai lebih banyak dipergunakan untuk layanan kegiatan bongkar muat peti kemas (*service time*).

Gambar 1 Perbandingan *Berthing Time*

Berdasarkan [2], Pelabuhan Singapura memiliki trafik peti kemas paling banyak nomor 3 se-dunia pada tahun 2017 dengan jumlah 51.425.466 TEUs dan lebih banyak dibandingkan dengan pelabuhan di Indonesia yang hanya sebanyak 13.859.500 TEUs. Dalam penjelasan [3], Pelabuhan Singapura membutuhkan *berthing time* selama 8 – 15 jam untuk pelayanan peti kemas sebanyak 0 – 4000 TEUs, sedangkan pelayanan dengan peti kemas sebanyak 4001 – 8000 TEUs membutuhkan waktu *berthing time* selama 10 – 16 jam.

Dalam upaya mendapatkan *service time* yang optimal, maka diperlukan upaya optimisasi *service time* pada *quay crane* di PT. IPC TPK. Pada permasalahan terminal peti kemas ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *linear programming* untuk mendapatkan jumlah alat *quay crane* yang tepat. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah perusahaan dapat meminimumkan waktu layanan *quay crane* terhadap kedatangan kapal tepat.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Linear Programming

Pemrograman linier merupakan metode yang digunakan untuk mencapai hasil maksimum atau minimum (optimal) dalam model matematika yang melibatkan variabel – variabel linier. *Linear programming* juga dapat dikatakan sebagai teknik untuk mengoptimasi sebuah fungsi objektif yang berbentuk linier, dengan kendala berbentuk persamaan linier maupun pertidaksamaan linear. Secara umum, bentuk *linear programming* dapat dinyatakan sebagai berikut [4]:

Maksimumkan/minimumkan

$$z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_rx_r \quad (\text{II} - 2)$$

Dengan kendala

$$a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{ir}x_r \{ \leq, =, \geq \} b_i, \quad (\text{II} - 3)$$

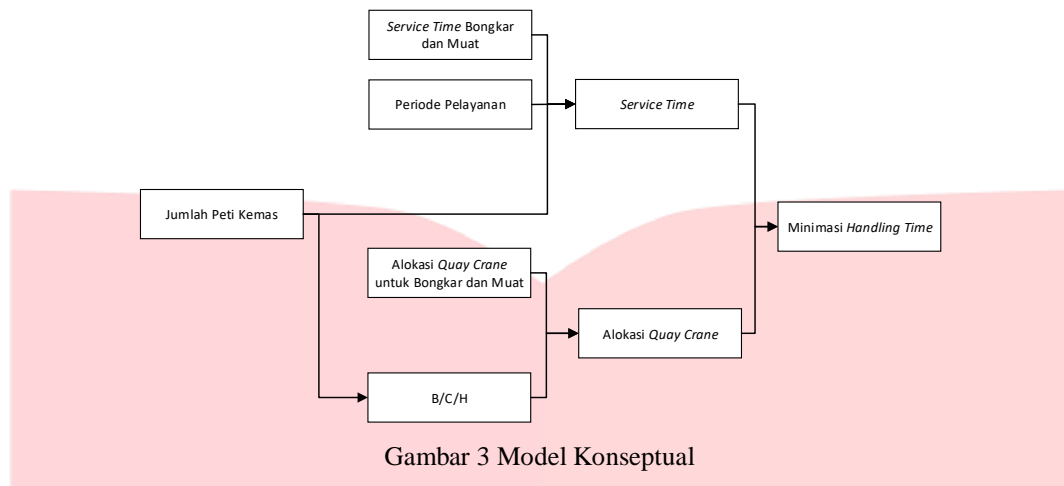
$$x_j \geq 0 \quad (\text{II} - 4)$$

$i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, r; m$ dan r bilangan bulat; a_{ij}, b_j, c_j dimana,

persamaan (II – 2) disebut sebagai fungsi tujuan, persamaan (II – 3) disebut kendala utama, dan persamaan (II – 4) disebut dengan kendala pembatas.

2.2 Model Konseptual

Model konseptual digunakan dalam penelitian untuk menggambarkan keterkaitan kondisi – kondisi serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap masalah untuk mencapai tujuan dari penelitian.



Gambar 3 Model Konseptual

2.3 Sistematika Penyelesaian Masalah

1. Tahap Pendahuluan

Tahap pendahuluan merupakan tahap perencanaan dari penelitian yang akan dilakukan. Terdapat beberapa aktivitas yang termasuk dalam tahap pendahuluan, yaitu studi literatur dan lapangan, identifikasi dan perumusan masalah, serta penentuan tujuan penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini dan menjadi masukan dalam tahap pengolahan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan penelitian ini, seperti data 30 kapal kedatangan, data jumlah peti kemas yang dibongkar/muat, data waktu layanan, data jumlah alat bongkar muat yang digunakan.

3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang sudah didapatkan sehingga dapat memunculkan solusi yang digunakan sebagai pemecahan masalah pada penelitian ini. Setelah data yang dibutuhkan telah terkumpul, maka data digunakan sebagai masukan dalam tahap pengolahan data. Pengolahan data ini terdiri dari dua tahap, yaitu penentuan penggunaan alat bongkar muat tiap kapal dengan menggunakan *linear programming* dan penentuan *service time* bongkar muat peti kemas tiap kapal.

4. Tahap Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisis hasil dari pengolahan data yang telah dilakukan. Tahap analisis ini terdiri dari perbandingan *service time* usulan dengan *service time* dengan kondisi eksisting sebelum dilakukannya perancangan penugasan alat bongkar muat.

5. Tahap Kesimpulan dan Saran

Bagian kesimpulan merupakan rangkuman dari hasil pengolahan data serta analisis yang telah dilakukan dan menjawab dari perumusan masalah dan tujuan penelitian yang telah dibuat pada tahap pendahuluan. Bagian saran berisikan masukan kepada peneliti jika akan melakukan penelitian dengan topik yang serupa selanjutnya agar penelitian dapat lebih baik.

3. Pembahasan

Pada bagian pembahasan akan dibahas mengenai data kedatangan kapal, data jumlah peti kemas yang dibongkar/muat, data waktu layanan, data jumlah alat bongkar muat yang digunakan, penentuan penggunaan alat bongkar muat tiap kapal dengan menggunakan *linear programming* dan penentuan *service time* bongkar muat peti kemas tiap kapal.

3.1 Data Kedatangan Kapal

Pada penelitian ini menggunakan data kedatangan kapal dalam penelitian ini dilayani pada periode 20 Januari hingga 19 Februari 2019.

Tabel 1 Data Kedatangan Kapal

No Kapal	Nama Kapal	Operasi Mulai	Operasi Selesai
1	MAERSK ABERDEEN Voy.903S-903N	20/01/2019 02:35	20/01/2019 09:51
2	NORTHERN GUILD Voy. 903W - 903W	21/01/2019 20:42	22/01/2019 20:17
3	SHAOSHING Voy. 1901N-1903S	21/01/2019 23:24	22/01/2019 11:01
4	YM HEIGHTS Voy.274S-274N	22/01/2019 02:03	23/01/2019 07:43

3.2 Data Service Time Kapal

Data *service time* merupakan waktu yang dihitung ketika kapal sudah mulai kegiatan bongkar maupun muat hingga proses kegiatan sudah selesai.

Tabel 2 Data Service Time Bongkar Muat Peti Kemas

No Kapal	Service Time Bongkar Muat Peti Kemas (menit)	Service Time Bongkar Muat Peti Kemas (jam)
1	436	7,27
2	1.415	23,58
3	697	11,62
4	1.780	29,67

3.3 Data Jumlah Peti Kemas

Proses pelayanan kapal kargo peti kemas dimulai dari proses pembongkaran peti kemas hingga peti kemas dari lapangan penumpukan dimuat ke dalam kapal.

Tabel 3 Data Jumlah Peti Kemas

No Kapal	Bongkar (Peti)	Muat (Peti)	Total (Peti)
1	155	93	248
2	0	935	935
3	0	150	150
4	570	622	1192

3.4 Data Jumlah Alat Bongkar Muat Peti Kemas

Jumlah penggunaan alat bongkar muat yaitu, *quay crane*, *yard crane*, dan truk dalam pelayanan peti kemas memengaruhi lama *service time*.

Tabel 4 Data Alat Bongkar Muat yang Digunakan

Kapal	Periode	Peti Kemas	Quay Crane yang digunakan
1	1	43	2
1	2	70	2
1	3	61	2

1	4	74	2
2	1	39	4
2	2	55	4
2	3	48	3
2	4	104	4
2	5	113	4
2	6	107	4
2	7	75	4
2	8	104	4
2	9	79	4
2	10	38	4
2	11	119	3
2	12	54	3
3	1	54	2
3	2	15	2
3	3	16	1
3	4	21	2
3	5	26	1
3	6	22	1
4	1	58	2
4	2	64	2
4	3	91	2
4	4	65	2
4	5	103	3
4	6	79	3
4	7	99	3
4	8	91	3
4	9	75	3
4	10	82	3
4	11	92	3
4	12	96	3
4	13	99	3
4	14	56	3
4	15	42	2

3.5 Data Waktu Layanan *Quay Crane* per Peti Kemas

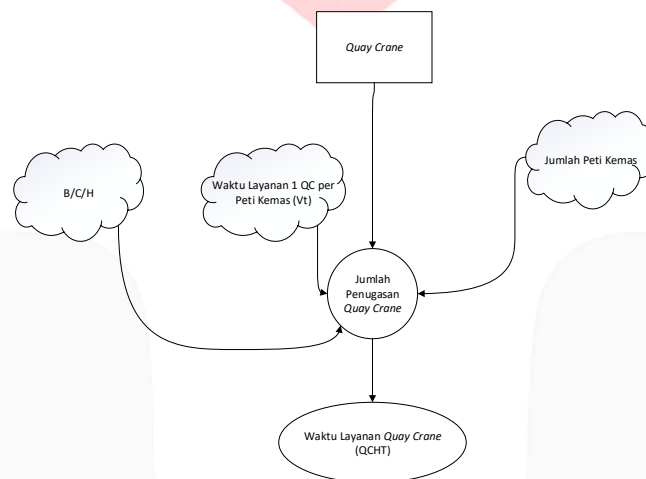
Tabel 5 Data Waktu Layanan *Quay Crane* per Peti Kemas

Kapal (j)	Periode (t)	BCH	Waktu Layanan <i>Quay Crane</i> per Peti Kemas
1	1	15,18	0,07
1	2	17,50	0,06
1	3	15,25	0,07
1	4	20,00	0,05
2	1	7,50	0,13
2	2	7,17	0,14

2	3	7,68	0,13
2	4	13,00	0,08
2	5	14,13	0,07
2	6	13,38	0,07
2	7	9,38	0,11
2	8	13,00	0,08
2	9	9,88	0,10
2	10	4,75	0,21

3.6 Influence Diagram

Influence diagram digunakan untuk mengetahui variable dan inputan yang memengaruhi dalam sistem optimasi waktu layanan bongkar uat peti kemas. Variabel yang berpengaruh yaitu jumlah penugasan *quay crane*, jumlah penugasan *yard crane*, jumlah penugasan truk, *quay crane handling time*, *yard crane handling time*, dan *yard truck handling time*. Fungsi tujuan yang akan dicapai ialah mengoptimasi waktu layanan bongkar muat peti kemas, sehingga dapat meminimasi pergerakan peti kemas.



Gambar 1 *Influence Diagram*

3.7 Penentuan Jumlah Penugasan Alat Quay Crane dengan Menggunakan Linear Programming

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, peneliti dapat melanjutkan pengolahan dengan menginput data – data tersebut. Dalam mencari waktu layanan pada *quay crane* tiap kapal, digunakan perangkat lunak Microsoft Excel dengan *tools solver* untuk mencari nilai optimum dari suatu perhitungan.

Tabel 6 Jumlah Penugasan Quay Crane

Kapal (j)	Periode (t)	QC	Pembulatan QC
1	1	4,34	4
1	2	5,00	5
1	3	4,36	4
1	4	5,71	6
2	1	4,29	4
2	2	4,10	4
2	3	3,29	3
2	4	6,00	6
2	5	6,00	6
2	6	6,00	6
2	7	5,36	5
2	8	6,00	6

2	9	5,64	6
2	10	2,71	3
2	11	6,00	6
2	12	3,38	3
3	1	2,97	3
3	2	1,07	1
3	3	1,14	1
3	4	1,50	2
3	5	1,86	2
3	6	3,09	3
4	1	4,25	4
4	2	4,57	5
4	3	6,00	6
4	4	4,64	5
4	5	6,00	6
4	6	5,64	6
4	7	6,00	6
4	8	6,00	6
4	9	5,36	5
4	10	5,86	6
4	11	6,00	6
4	12	6	6
4	13	6	6
4	14	4	4
4	15	3,49	3

3.8 Penentuan Waktu Layanan Bongkar Muat Peti Kemas Tiap Kapal

Tabel 6 Penentuan Waktu Layanan Usulan

Kapal (j)	Periode (t)	Pembulatan QC.	QCHT
1	1	4	0,66
1	2	5	0,93
1	3	4	0,93
1	4	6	0,86
2	1	4	0,61
2	2	4	0,89
2	3	3	0,97
2	4	6	1,16
2	5	6	1,26
2	6	6	1,19
2	7	5	0,93
2	8	6	1,16
2	9	6	0,93
2	10	3	0,93
2	11	6	1,32

2	12	3	1,07
3	1	3	1,21
3	2	1	0,93
3	3	1	0,93
3	4	2	0,93
3	5	2	0,93
3	6	3	0,47
4	1	4	0,91
4	2	5	0,93
4	3	6	1,01
4	4	5	0,93
4	5	6	1,14
4	6	6	0,93
4	7	6	1,10
4	8	6	1,01
4	9	5	0,93
4	10	6	0,93
4	11	6	1,02
4	12	6	1,07
4	13	6	1,10
4	14	4	0,93
4	15	3	0,80

4. Kesimpulan

Hal yang didapatkan dengan menggunakan *linear programming* yang telah diselesaikan dengan disesuaikan pada tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya, didapatkan hasil yaitu:

1. Berdasarkan perhitungan, dengan menggunakan metode *linear programming* didapatkan total waktu layanan *quay crane* usulan sebesar 36 jam, dimana nilai tersebut mengalami penurunan sebesar 36,14 jam atau 50% dari kondisi awal.
2. Hubungan antara waktu layanan 1 *quay crane* per peti kemas dan waktu layanan *quay crane* terhadap jumlah penugasan *quay crane* untuk kegiatan bongkar muat peti kemas merupakan hubungan yang berbanding terbalik, sehingga dibutuhkan metode *linear programming* dalam perhitungan optimasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kefi, M., Korbaa, O., Ghedira, K., & Yim, P. (2010). HEURISTIC-BASED MODEL FOR CONTAINER STACKING PROBLEM, 2–6.
- [2] Bank, W. (2017). Container port traffic (TEU: 20 foot equivalent units). Retrieved August 2, 2019, from https://data.worldbank.org/indicator/IS.SHP.GOOD.TU?most_recent_value_desc=true
- [3] Nan, Zhao, D. (2019). Evaluating efficiency of top global container ports. Retrieved February 26, 2019, from https://www.joc.com/port-news/evaluating-efficiency-top-global-container-ports_20190226.html?destination=node/3595586
- [4] Syahputra, E. (2015). Program linier, (November).